

EVALUACIÓN AMBIENTAL POST-OCUPACIONAL DE ESTABLECIMIENTOS ESCOLARES EN LA CIUDAD DE LA PLATA

**SAN JUAN, Gustavo (1); HOSES, Santiago (2);
ROJAS, Daniela (3); PIÑEIRO, Jorgelina (4)**

(1)Arquitecto, Investigador CONICET, Profesor, (2) Arquitecto, Becario CONICET,
(3)Arquitecto, Técnico, (4) Técnico.

Instituto de Estudios del Hábitat, IDEHAB, U.I. NE2, FAU, UNLP.

Calle 47 NE162. CC 478 (1900) La Plata.

Tel-fax: 021-214705. E-mail: gsanjuan@topmail.com.ar

RESUMEN

El trabajo que se presenta es el resultado de una experiencia piloto que se basa en la integración de la opinión del usuario en el audit-diagnóstico ambiental de aulas escolares. Se ha adoptado en esta primer instancia, una escuela tipo lineal sin SUM de construcción tradicional doble crujía. El desarrollo próximo incluirá diferentes tipologías edilicias que representan las diversas calidades espaciales y físico-constructivas de aulas. Se trabajó en forma paralela en la medición de los parámetros ambientales (respuesta objetiva) y en un sondeo de los factores de confort del usuario derivados de su percepción (respuesta subjetiva). Se expone la metodología, las técnicas, el instrumental utilizado y los primeros resultados.

ABSTRACT

The work that is presented is the result of a test experience that is based on the user's opinion integration in the school classrooms environmental audit-diagnosis. It has been adopted in this first instance, a school type "PEP", Peronist administration, 1945 year. The next development will include different edilic typologies that represent classrooms diverse space and physical-constructive qualities. We have worked in a parallel form in the environmental parameters measurement (objective answer) and in the user's comfort factors exploring derived from their perception (subjective answer). The methodology, the techniques, the utilised instrumental and the first results are exposed.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo se encuentra inscripto en proyectos CONICET, los cuales tienen por objeto el estudio, evaluación y mejoramiento de edificios escolares. Se trabaja en la identificación de tipos edilicios representativos, el conocimiento de sus condiciones ambientales y la construcción de indicadores reales y optimizados, estudiándose en profundidad el módulo aula. Se ha trabajado extensamente en las condiciones de confort, desde el punto de vista higrotérmico y lumínico basando el diagnóstico en mediciones y evaluaciones realizadas con software e instrumental específico. En esta



Figura 1: **Vista interior del aula**



Figura 2: **Vista exterior del aula**

oportunidad se desarrolla la metodología y la encuesta llevada a cabo, la cual será entendida como un instrumento de recolección de información cualitativo, cuyo objetivo es incluir en la auditoría, la respuesta subjetiva brindada por el usuario - alumnos y docentes- sobre la integralidad de los factores de confort ambiental. En segunda instancia se integran los resultados alcanzados con los datos provenientes de la medición.

Se planificó un trabajo con alumnos y docentes para poder desarrollar las actividades planteadas, así como el diseño y procesamiento de una encuesta, destinada a alumnos del nivel EGB2. Esta fue pautada según datos directos del encuestado y en respuestas basadas en la percepción de su ambiente vivido. Esta primera muestra, nos ha permitido corregir falencias y reorientar ciertas preguntas, objetivando el dato y mejorando la mecánica de recolección. Se diseñó además un registro de mediciones instantáneas o continuas en un período corto ($1^{1/2}$ hora). La inclusión en el audit-diagnóstico de la opinión del usuario respecto de las condiciones ambientales de su entorno permite por un lado valorar situaciones de referencia basadas en imágenes preexistentes y por otro conocer cuáles son las modalidades de sensación y reacción (si las hay) frente al discomfort. Se entiende que se trabaja con datos subjetivos, los cuales dependen de múltiples circunstancias, culturales, psicológicas, sociales. De todos modos desde el punto de vista metodológico se cruza la información proveniente de la encuesta con la obtenida de las mediciones realizadas.

Las condiciones de confort ambiental, traducidas en valores normativos debieran ser contrastadas con las condiciones cualitativas referidas a los propios usuarios, debiéndose registrar el grado de distorsión, el valor asignado teniendo en cuenta la información para poder operar en la definición de estrategias. Se considera la hipótesis que la mejor condición del ambiente redunda en una mejor relación enseñanza-aprendizaje, en la disminución de problemas fisiológicos y en el aumento de la productividad escolar (NICLAS, 1996), además de realizarse un uso racional de los recursos escasos, en este caso, los energéticos.

2. ASPECTOS METODOLOGICOS

Se incluye en el audit-diagnóstico la opinión subjetiva de alumnos y docentes como usuarios del ámbito escolar. Se realizaron 26 encuestas en un curso de las cuales dos pertenecieron a personas adultas. Si bien se conocen experiencias sectoriales y específicas sobre el tema (PATTINI, 1998) (SO,) , en este caso se expone una encuesta global sobre las diferentes variables de confort, en aulas escolares. Se desarrolla una metodología de inserción en el ámbito educativo, adquisición de datos por medio de la

encuesta, medición instantánea durante el período auditado en coincidencia con la respuesta del usuario y medición global del funcionamiento durante 7 días.

Se trabaja sobre tipologías edilicias representativas, las cuales determinan su forma, organización y tecnología empleada. En este primer caso piloto se operó sobre la escuela N°23 de la localidad de La Plata, en una localización suburbana, estudiándose un aula rectangular característica: tipología PEP (Plan Eva Perón, gestión 1945), tecnología pesada (ladrillo común 0,15 y 0,30), con refacciones realizadas durante el año 1998 (ladrillo cerámico 0,18) (Ver Figuras 1 y 2). Se ha seleccionado el nivel EGB2 para realizar la encuesta. La experiencia consideró las siguientes partes: 1. Clase didáctica, incorporando y asimilando conceptos, con el objeto de integrar el grupo, consiguiendo el compromiso necesario para obtener una buena respuesta y cuidado del instrumental; 2. Realización de la encuesta de opinión, incorporando en determinados momentos mediciones localizadas; 3. Auditoría, incluyendo el relevamiento físico edificio (tecnología, forma, dimensiones, equipamiento, funcionamiento); 4. Diagnóstico y resultados.

Las preguntas se estructuraron hacia juicios valorativos cerrados y opiniones abiertas sobre tres aspectos:

- a. El *visual*. Definido por la cantidad de luz (iluminancia), deslumbramiento (exceso de contraste), el color de las superficies;
- b. el *acústico*. Definido por las propiedades acústicas del espacio y su respuesta al sonido, reverberación, tipo de sonido, nivel (intensidad), frecuencias y contenido informativo, si lo tiene; y los usuarios como propios emisores/receptores;
- c. el *climático*. Definido por la calidad del aire, confort térmico (temperatura), humedad ambiente (humedad relativa en %), condensación superficial, ventilación.

3. RESULTADOS

3.1. Encuesta de opinión

La encuesta se estructuró mediante 9 ítems:

Datos Generales:

Escuela N°:	Distrito:	N° encuesta:
Sección:	Turno:	Nombre encuestado:
Fecha:	Hora:	Edad:

1. UBICACIÓN
 - a. Marcar la posición del pupitre.
 - b. Marcar la ubicación de puertas y ventanas
2. VESTIMENTA
 - a. Indicar la ropa que está usando en este momento.
3. PERCEPCION DE RUIDOS
 - a. Existen ruidos molestos? Cuáles?
 - b. De dónde provienen?
Aula-Pasillo-Aula vecina-Abajo-Arriba-Patio.
 - c. Cada cuánto tiempo lo percibe?
 - d. En algún lugar retumba el sonido? En cuál?
 - e. Cómo es el sonido en: Aula-SUM-Pasillo
Débil-Molesto-Muv molesto

4. VENTILACION
 - a. Existen corrientes de aire?
 - b. Existen vibraciones molestas? Cuáles?
 - c. Ventilan el aula en esta época del año?
5. ILUMINACIÓN NATURAL (1° momento)
 - a. Cómo es la iluminación sobre el pupitre?
Exesiva-Suficiente-Insuficiente
 - b. La iluminación es pareja?
 - c. Hay algún sector oscuro en el aula?
 - d. Existen reflejos molestos?
 - e. Las ventanas producen encandilamiento?
Medición práctica Intensidad lumínica interior (lux)
6. TEMPERATURA
 - a. En este momento tenés?
Frío-calor-estás bien
 - b. Es así todo el tiempo? Por qué?
 - c. Tu lugar en el aula es más frío/caluroso que otro?
 - d. Cuánto tiempo está prendida la estufa?
Nunca-Siempre-Algunas veces
Medición práctica de temp. interior. (°C)
7. HUMEDAD
 - a. Transpira el aula?
 - b. Por dónde? Dibujalo en el croquis.
8. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (2° momento)
 - a. Cómo es la iluminación sobre tu pupitre?
Excesiva-Suficiente-Insuficiente.
 - b. La iluminación es pareja en todo el aula?
 - c. Percibe reflejos molestos?
 - d. Con qué frecuencia se prende la luz?
Nunca-Siempre-Algunas veces.

Intensidad lumínica interior colocada por el técnico (lux)
9. SENSACIONES
 - a. Qué sensación te produce el aula?
Comodidad/incomodidad-concentración/dispersión-alegría/tristeza-río/calor-Agitación/serenidad.
 - b. Qué lugar de la escuela te gusta más?
 - c. En qué lugar del aula te gustaría sentarte?
 - d. Qué le agregarías o modificarías al aula?
 - e. Qué le agregarías o modificarías a la escuela?
 - f. El aula es linda o fea? Por qué?
 - g. Qué sensación te provoca el color del aula?
 - h. El tamaño de aula te permite realizar todo tipo de tareas?
 - i. El tamaño de las ventanas, te permite ver hacia fuera?

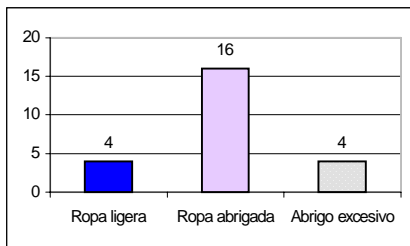


Figura 3: Grado de vestimenta

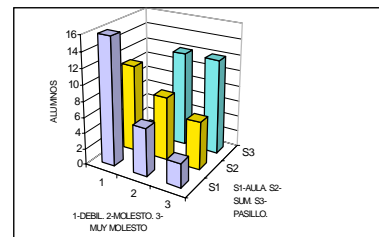


Figura 4: Percepción del sonido

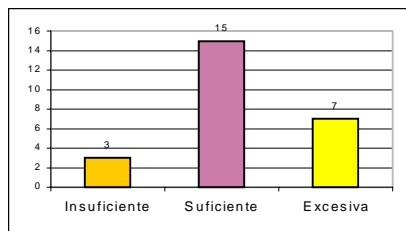


Figura 5: Opinión sobre iluminación natural

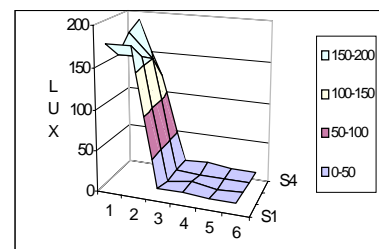


Figura 6: Medición de la Iluminación Natural sobre plano de trabajo en el aula

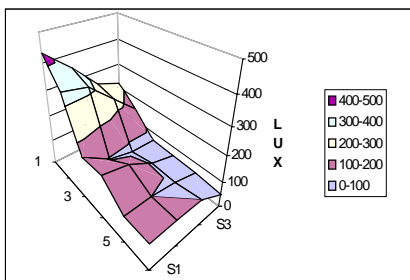


Figura 7: Medición de la Iluminación Artificial sobre plano de trabajo en el aula.

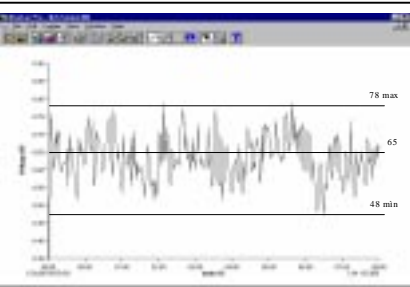


Figura 8: Medición típica de sonido.

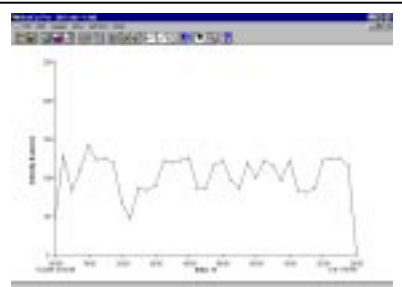
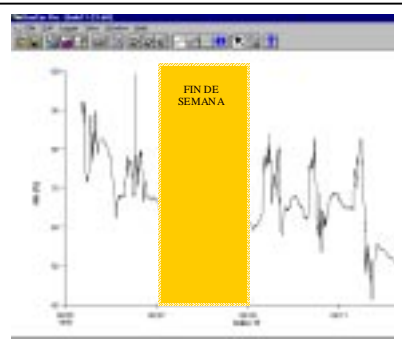
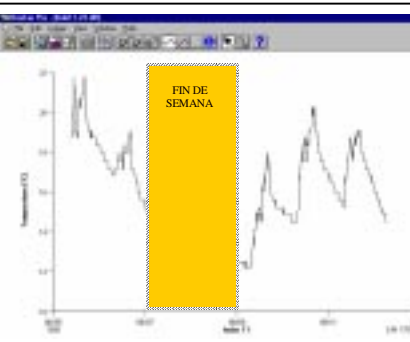


Figura 9: Medición de Iluminación 11/2hs



3.2. Mediciones

Se realizaron mediciones de los parámetros ambientales intervinientes en condiciones temporales diferentes: a) medición instantánea localizadas a nivel de pupitre con ocupación normal, posibilitando el mapeo y la comparación de las distintas posiciones dentro del aula. Esta medición actuó a modo de referente “objetivo”, frente a la opinión del encuestado (°C, lux); b) medición en tiempo corto. Se adoptaron dos situaciones: por un lado se registró el comportamiento térmico, lumínico y sonido durante el período de realización de la encuesta (1^{1/2} hora). Por otro lado se registró el comportamiento durante un período de 7 días, en su respuesta interior (aula-pasillo) y exterior. Se utilizó el siguiente instrumental: Luxímetro interior y exterior rango 0-20.000 y 0-200.000 respectivamente; decibelímetro digital; termo-higrógrafo mecánico (SIAP); Adquisidores de datos de dos o tres funciones (HOBO) (°C, 1%HR, lux, db); Termómetros de máxima y mínima.

3.2.1. Grado de vestimenta.

Si bien los niveles de temperatura interior registrados sobrepasan los estándares de confort, (Temperaturas en aulas: 18°C , pasillos: 16°C, Comedor: 16 a 19) (SERRA, 1995), se observan diferentes grados de aislamiento por vestimenta: un 16,6% posee ropa ligera (considerándose una sola prenda), el 66,6% posee una vestimenta apropiada para una situación ambiental fría (dos y tres prendas) y un 16,6% posee cuatro prendas (incluida la campera). Se registran temperaturas hasta 21°C con un 83% de los usuarios muy abrigados. Esto implica un derroche energético que podría hacerse eficiente interviniendo sobre los modos de vida en cuanto al tipo de vestimenta, en cuanto al uso de los equipos de calefacción y sobre todo logrando ambientes equilibrados térmicamente. (Ver Figura 3)

3.2.2. Sonido

El 88,4% de los encuestados opina que los ruidos molestos provienen del pasillo, el cual posee la característica de conformar una doble crujía, produciéndose reverberación excesiva, sobre todo en el momento de salida del aula y en el recreo. El 53% opina que proviene del propio aula, el 50% del aula vecina y el 88,4% de la calle, teniendo en cuenta que el establecimiento se ubica sobre una arteria suburbana de circulación intensa. En cuanto a la percepción del sonido: en el Aula, el 61,5% opina que es débil, el 23% molesto y el 11,5% muy molesto; para el caso del Salón de usos Múltiples, el 42% opina que es débil y el 30,7% molesto y 23% muy molesto; y para el caso del Pasillo el 48% que es molesto y muy molesto y sólo el 4% que es débil. Este último fenómeno no es constante, sino que se registra cuando los alumnos salen al recreo. Esto implica el cuidado en la adopción de formas y materiales de espacios tales como pasillos (fundamentales cuando son de larga longitud) o grandes salones (SUM, Comedor), donde la excesiva reverberación produce ruidos molestos afectando los sentidos y la continuidad de la clase. Durante el período de clase auditado se registraron niveles máx. y mín entre 78db y 48db respectivamente con un promedio de 65db, teniendo en cuenta que una conversación normal es de 50 a 60db, entre 70-80db ruidos soportables y 90 y 100 ruidos penosos (ROUGERON, 1977), y sonidos adm. Para aulas 35db (500Hz) y 30db (2000Hz) (Serra-Roura. Op. cit) (Ver Figuras 4 y 8)

3.2.3. Iluminación

En cuanto a la iluminación del aula se estudiaron las condiciones en dos situaciones: a) Iluminación natural y b) iluminación natural complementada con la artificial (fluorescente). El 60% de los encuestados opinó que la iluminación natural es suficiente (en la mitad se registra un nivel de ilum. de 12lux y la otra mitad 180lux); el 28% opina que es insuficiente con registros promedio. de 12 lux y el 12% restante opina que es excesiva (170lux). Los valores medidos “in situ” y calculados son: min. 10lux; máx. 190lux; med. 100lux, Prom, 71,2lux; CLDmín.= 0,12; CLDmáx.= 2,37; CLDmed.= 1,2%; Uniformidad= 0,05. En cuanto a la incorporación de iluminación artificial suplementaria, el 92% responde que es suficiente, registrándose valores de medición entre 50lux y 340lux, según la posición del aventanamiento. Iluminación Artificial: Mín.= 50lux; Med.=200lux, Prom.=169lux.; CLDmín.= 0,62; CLDmáx.= 4,3; CLDmed.= 2,5%; Uniformidad= 0,14. (Ver fig. 5, 6 y 9)

La normativa nacional (IRAM, 1971) fija un valor mínimo admisible de 2%. La norma británica (BS, 1982) prevé un valor mín. de 5% y la incorporación de fuente auxiliar de iluminación artificial, cuando el valor es de 2%). Adoptándose una iluminación para aulas comunes de 300 a 500lux, y 1000lux con iluminación suplementaria sobre pizarrón (SO, 1995).

3.2.4. Temperatura y Humedad

Las temperaturas máx. y mín. registradas son de 15°C a 17°C y 19°C a 22°C respectivamente. Estos valores se mantienen estables durante el período de uso del aula, contándose con el aporte suplementario de calor mediante una estufa tiro balanceado de 1850 kcal/h. La humedad relativa registrada durante el período de ocupación se mantuvo estable semanalmente en 82%, correspondiendo al día de la auditoría detallada un 95%. Se registró visiblemente la condensación superficial en todos sus muros sobre el friso pintado al esmalte sintético (1,5m), agravándose sobre el muro exterior donde la condensación escurre hasta el piso. (Ver Figuras 10 y 11)

4. CONCLUSIONES

El trabajo expuesto conforma una “muestra piloto” que ayuda a revisar la metodología empleada en auditorías globales, abarcando mediciones ambientales confrontadas con una encuesta de opinión, la cual será reestructurada en algunos de sus ítems.

Se justifica la correlación de resultados objetivos (mediciones) y subjetivos (encuesta)

Se registran temperaturas interiores en el aula de confort (18° a 21°C) , sin embargo existe un grado de abrigo excesivo en la vestimenta de los alumnos (83%). Implica esto modos de vida y notables diferencias de temperatura entre los demás locales escolares.

En cuanto al nivel de sonido, en general han resultado molestos los provenientes del exterior y por momentos los del pasillo.

La iluminación natural es el parámetro más crítico, sin embargo se observa un alto grado de acostumbamiento a las condiciones deficitarias de trabajo

La deficiente calidad térmica de la envolvente en combinación con las condiciones de ocupación genera condensación superficial en la totalidad de los paramentos, además de un uso intensivo del elemento calefactor, distante de un uso racional del recurso.

4. **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Nicklas N., Bailey G. (1996). "Daylight students shine brighter". **SUNWORD**. Sept. 1996, Vol 20 N°3. Pág. 13 a 15.
- Norma DD73, (1982). "Basic data for the Design of Building: Daylight Draft for Development". **British Standard**
- Norma **IRAM** j20-04 (1974). "Iluminación en escuelas. Características".
- Norma **IRAM** . AADL J20-06 (1971). "Iluminación artificial de interiores Características, de iluminación".
- Pattini A., Kirschbaum C. "Evaluación subjetiva de aulas iluminadas con luz natural". **Avances en energías renovables y medio ambiente**, Vol 2, N°1, Año 1998. Pág.03.6303.66 .
- Rougeron. (1977) "Aislamiento acústico y térmico en la construcción". **Edit. Técnicos Asoc.** Barcelona.
- Serra Florensa R., Coch Roura H (1995) . "Arquitectura y Energía Natural". **Edit.UPC**.
- So A., Leung L.M.. "Indoor Lighting Design Incorporating Human Psychology". **Architectural Science review**. Vol 41, pp113-124.
- Norma **IRAM**. "Iluminación artificial de interiores, Características de iluminación". AADL J20-06/71.